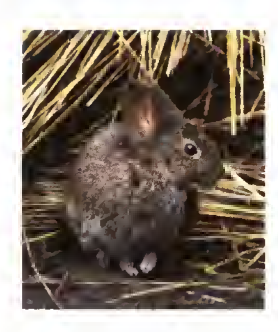


¿POR QUÉ HAY UN COSTO EN POSPONER LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN MÉXICO?
PÁG: 7



LA DALIA, FLOR NACIONAL DE MÉXICO
PÁG: 13



NÚM. 76 ENERO-FEBRERO DE 2008 ISSN: 1870-1760



BOLETÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA ... AD

COMPENSAR PARA CONSERVAR

Al igual que en otras áreas protegidas del país, las montañas, bosques, matorrales y selvas de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda (RBSG), en Querétaro, han sido objeto de actividades –modernas o de usos tradicionales– que de una manera u otra han impactado la diversidad local y no han constituido una opción económica viable que alivie las condiciones de pobreza y atraso de los propietarios de los recursos naturales, que en este caso, sean pequeños propietarios o ejidatarios, equivale a casi 100% de la tenencia de la tierra. Buscar compensaciones e incentivos para la conservación resulta de mínima justicia para quienes cargan con el precio de mantener la diversidad de vida de la que nos beneficiamos todos. De otra manera, no hay razón, normatividad ni zonificación que realmente consiga motivar u obligar a un propietario a conservar sus bosques y selvas.

Foto: © Fulvio Eccardi

Roberto Pedraza Ruiz*

COMPENSAR PARA CONSERVAR: POR UNA ECONOMÍA DE LA CONSERVACIÓN

Hidrológicamente la Sierra Gorda forma parte de la cuenca del río Pánuco, por lo que la totalidad de los escurrimientos del área desembocan en el Golfo de México a través de las corrientes de los ríos Moctezuma y Santa María, que cortan de tajo a la sierra en imponentes cañones. Para la subcuenca del río Santa María, la Sierra Gorda aporta 18% del agua calculada para la cuenca del río Pánuco de esa corriente, estimada en 881 millones de metros cúbicos. El 19.6% del territorio de la RBSG aporta caudales a la vertiente del río Extoraz y mediante esta corriente al río Moctezuma. Dadas las características geológicas del área, eminentemente cárstica, la producción de agua superficial que es conducida por las corrientes fluviales es sólo una pequeña fracción del agua captada en la misma, por lo que sin duda la derrama hidrológica es mayor y en una escala aún no cuantificada.

Es por ello que se está forjando una nueva economía de la conservación, en la que sus productos son los servicios ecosistémicos y los beneficiarios, las comunidades. Las condiciones socioeconómicas del área han permitido revertir la generalizada tendencia de deforestación que hay en el territorio nacional, ya que la migración masiva a Estados Unidos permite una considerable entrada de divisas; además, la aplicación de la normatividad en la zona, aunada a una mayor conciencia ambiental, ha redundado en un incremento neto de la superficie forestal dentro del polígono de la RBSG y un menor índice de fragmentación. Según un estudio recientemente publicado por el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (2006) en el que se comparan imágenes de satélite y fotografías aéreas de 1973 a la fecha, se han recuperado alrededor de 13000 ha de vegetación. Lo que sin duda incrementa de manera considerable la capacidad de la zona de prestar servicios ambientales.

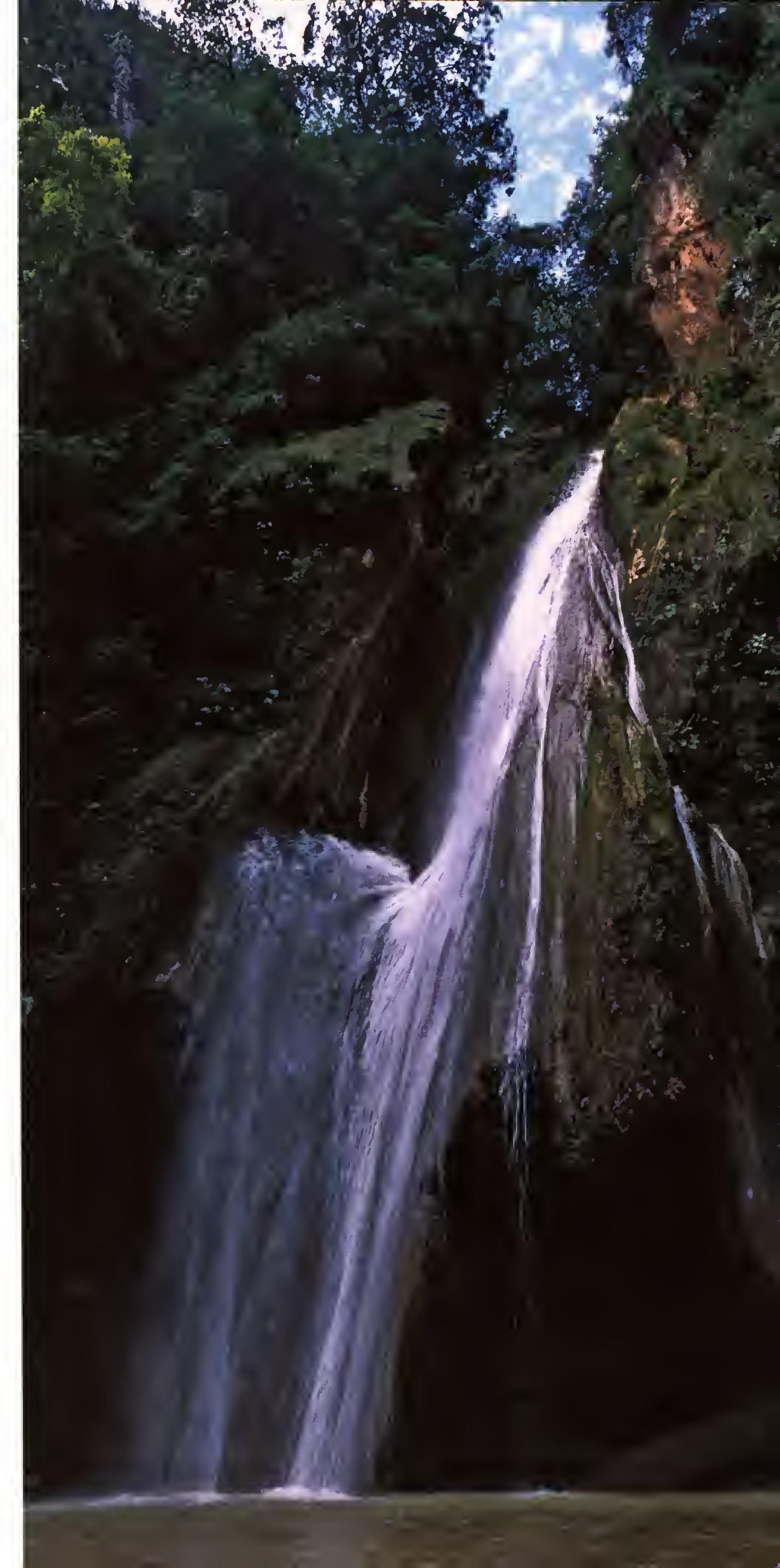
Trabajando estrechamente, el Grupo Ecológico Sierra Gorda y la Dirección de la reserva operan desde 1996 el Programa de Tierras para Conservación, que constituye la principal estrategia para asegurar la conservación de las cuencas hidrológicas prioritarias y los ecosistemas más valiosos, mediante la adquisición o arrendamiento de tierras o el pago por servicios ambientales en áreas prioritarias amenazadas por actividades productivas. El objetivo general del programa es asegurar la conservación de las zonas núcleo, corredores biológicos, zonas de recarga hidrológica y otras áreas sobresalientes por su biodiversidad. Una de las metas del programa es establecer sobre el gran corredor biológico que constituye la Sierra Madre Oriental dentro de la reserva –desde el río Santa María, al norte, hasta el río Moctezuma, al sur– una serie de puntos de presencia entre las cuatro zonas núcleo que contiene. Estas "islas de la conservación" pretenden extender su influencia para proteger la extraordinaria biodiversidad. Al contar con presencia periódica de nuestro personal, se incrementa la interlocución con vecinos y colindantes, aumentando así las posibilidades de permanencia. No se persigue la adquisición de un área de grandes dimensiones o de todo el corredor en sí, sino la adquisición, arrendamiento o pago de servicios ambientales a propietarios de terrenos prioritarios para la conservación.

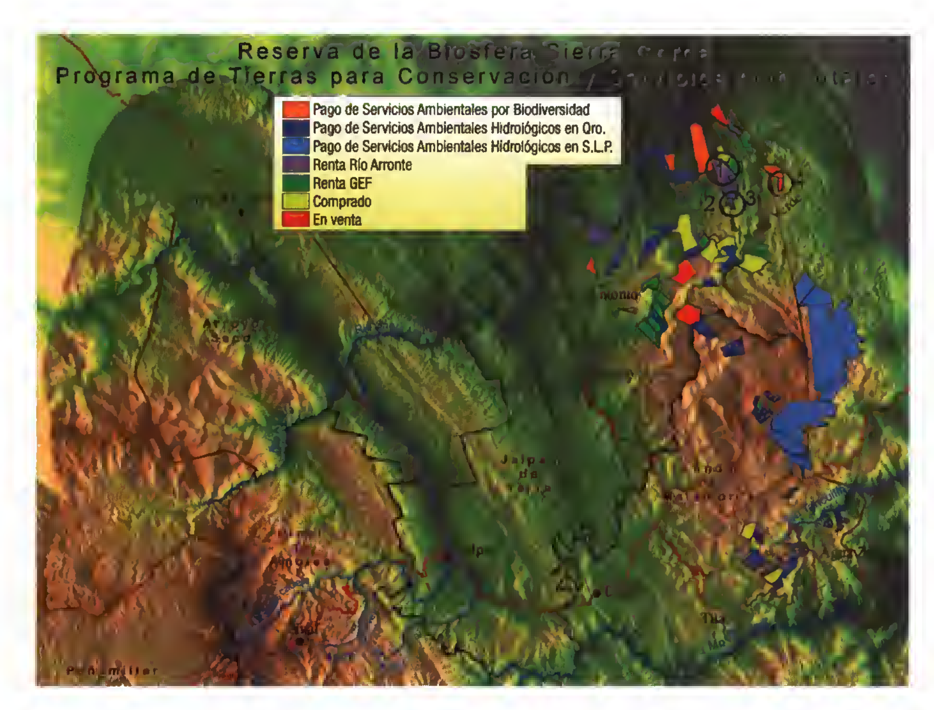
En 1996, ante la destrucción de un preciado bosque de niebla por operaciones de tala, único en el estado de Querétaro por sus valores biológicos, se logró una alianza sin precedentes entre la sociedad civil y miembros de los gobiernos federal y estatal. Conservacionistas locales y de la ciudad de México, entre ellos altos funcionarios de la entonces Semarnat y del Instituto Nacional de Ecología, formaron la organización no gubernamental Joya del Hielo, A.C., cuya misión es proteger las zonas núcleo y los corredores biológicos de la reserva mediante la adquisición de sitios prioritarios –entre otras acciones– con la única finalidad de asegurar su conservación y la generación de servicios ambientales. De entonces a la fecha, con aportaciones de sus asociados, el World Parks Endowment, el People's Trust for Endangered Species, la Damuth Founda-

Sin lugar a dudas la principal vocación de la Sierra Gorda es "producir" el agua que capta de las lluvias; quizá por ello la cascada Chuveje, con su caída de S0 metros hasta la poza circular, se ha convertido en su imagen emblemática.
Foto: © Fulvio Eccardi

tion, el Comité Holandés de la UICN y el World Land Trust (WLT) se han adquirido 1 445 ha de bosques de niebla y templados que albergan un gran número de especies de flora y fauna en peligro de extinción. Bajo la coordinación del GESG se han sumado a esta estrategia otras organizaciones no gubernamentales, como la Asociación Filantrópica CUMMINS, A.C. y Reforestamos México, A.C., con lo que la red de reservas naturales privadas ha crecido hasta un total de 2 826 ha. Ello ha permitido proteger áreas críticas para la recarga hidrológica en cabeceras de cuenca de varias corrientes, con lo que se asegura el mantenimiento de la cobertura boscosa en un área que se caracteriza por su alta pluviosidad y sustrato cárstico, lo que permite una rápida filtración del agua.

En otra línea de acción, con la participación de 22 propietarios de 8 mil ha de bosques de encino y selvas bajas en las inmediaciones del cañón del río Santa María, se ha establecido la Tierra del Jaguar, una unidad de manejo ambiental (UMA) que tiene como objetivo la protección de este felino, la reintroducción y manejo de especies anteriormente abundantes en el área, como el guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*) y la recuperación del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el jabalí de collar (*Tayassu tajacu*), con miras a su posterior aprovechamiento cinegético. La buena disposición para la protección y manejo alternativo de los recursos naturales de los propietarios locales está permitiendo una disminución del ganado, lo que permitirá en el largo plazo mejorar y asegurar la capa-





Polígono de la RBSG y su área de influencia, donde se indican las zonas núcleo y los predios sujetos a esquemas de conservación, ya sea reservas naturales privadas o los diferentes programas de pago por servicios ambientales.

cidad de recarga hidrológica de la extensa cobertura forestal del área, que contribuye de manera directa a mantener el aforo y corriente del río Santa María.

Sin embargo, la estrategia de mayor impacto socioeconómico y ambiental que se está impulsando en la Sierra Gorda es el desarrollo de productos ecosistémicos (en los que se engloban agua, secuestro de carbono y biodiversidad) que generan los bosques y selvas de la reserva. Con el apoyo científico de la Universidad Autónoma de Querétaro (en el rubro de productividad hidrológica del área), el ITESM (almacenamiento de carbono en tres ecosistemas) y el GESG (monitoreo de las poblaciones de jaguar con el fin de estimar su abundancia, dispersión y disponibilidad de presas con trampas-cámara y otros métodos) se ha logrado reunir la información básica para la integración de los productos. Aunando esto a la suma de voluntades locales en las comunidades, le permitirá al GESG y a la Dirección de la reserva consolidar nuevas estrategias de conservación, replicables en otras áreas y que ofrezcan productos ecosistémicos integrales y adecuados a las condiciones de extrema pobreza. Se están creando las bases para construir una economía de la conservación que dé valor al hábitat, en la que los propietarios se beneficien de la protección de sus recursos forestales. Un proceso de aprendizaje pionero, que intenta

Sabinos centenarios (*Taxodium mucronatum*), álamos (*Platanus mexicana*) y sauces (*Salix bonplandiana*) bordean el lecho de los arroyos y ríos de la sierra y conforman el llamado bosque de galería.

Foto. © Fulvio Eccardi

vender mediante un mecanismo voluntario para combatir la extrema pobreza, desarrollado ex profeso para las condiciones locales.

El mecanismo voluntario abre la puerta a formas creativas y novedosas de mercados locales e internacionales, con el desarrollo de productos "gourmet" que incluyan áreas de conservación de la biodiversidad, secuestro de carbono a través de reforestaciones, no ocurrencia de incendios, servicios hidrológicos, hábitat para especies bandera (como el jaguar *Panthera onca*), combate a la pobreza, etcétera. Es un segmento de rápido crecimiento que ha ganado popularidad entre organizaciones, compañías, fundaciones e individuos, y que constituye un amplio sector de oportunidades para la conservación.



Salamandras de la especie *Pseudoerycea belli*.
Foto: © Michael Patrikeev

En 2006 se concretó la primera transacción de secuestro de carbono, en la que los propietarios del área como directos beneficiarios vendieron a la Fundación de las Naciones Unidas 15 ha de reforestación durante un periodo de 30 años, dentro de un mecanismo voluntario de disminución de emisiones de carbono neutral para compensarlas (5230 toneladas). A través del WLT del Reino Unido, recientemente se consolidó otra venta –también bajo un mecanismo voluntario– que contempla tanto la deforestación evitada (almacenaje de carbono), con la compra de una nueva reserva de 100 ha de encinares tropicales primarios, como el secuestro a través de regeneraciones naturales inducidas, teniendo como referencia la transacción anterior. Esto ha permitido que otras instancias internacionales se encuentren actualmente interesadas en consolidar proyectos similares en el territorio de la RBSG.

En 2003, la Dirección de la RBSG y el GESG consiguieron que el gobierno federal, a través de la Comisión Nacional Forestal, aplique durante 5 años en la reserva sus programas de pago por servicios ambientales hidrológicos y por



La Sierra Gorda se levanta como un contrafuerte perpendicular a la Sierra Madre Oriental. En una superficie de 383 567 hectáreas la RBSG alberga importantes macizos forestales que aún se encuentran en buen estado de conservación. La reserva cuenta con once zonas núcleo que suman 24 803 hectáreas, y protegen una enorme variedad de matorrales, desiertos, bosques templados, tropicales y de niebla, que la convierten en la ANP con mayor diversidad de ecosistemas de México.

Puma adulto en la zona núcleo Barranca de Paguas; este felino es aún común en la RBSG y cumple una importante función como depredador.

Fotos © Roberto Pedraza Ruiz



El jaguar, el felino más poderoso de América, está aún presente en la RBSG, lo que indica que sus ecosistemas son suficientemente sanos para permitir su supervivencia. Este ejemplar fue fotografiado el 12 de noviembre de 2007 en una de las reservas naturales privadas.

conservación de la biodiversidad, que beneficiará a más de 50 propietarios de 17 mil ha ubicadas en áreas de recarga hidrológica y biodiversidad prioritarias. En conjunto, han recibido alrededor de 418 mil dólares por año, con lo que se les compensa por los servicios ambientales que prestan sus bosques, al tiempo que se les compromete para su conservación. Esto implicó una ardua labor del personal de la Dirección y del GESG, en la que hubo concertación de los propietarios de bosques y selvas para identificar las superficies a ser beneficiadas, georreferenciación y evaluación en campo de cada uno de los predios y su cobertura forestal, elaboración de expedientes y revisión de documentos de propiedad. Sin estas capacidades locales de interlocución y operación este programa no se hubiera consolidado en la zona.

A partir de 2005, se está aplicando un programa de renta por conservación de la biodiversidad a propietarios de 2400 ha de sitios escogidos por su valor biológico y capacidad de prestación de servicios ambientales; los recursos provinieron del proyecto GEF Conservación de la Biodiversidad en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, bajo el concepto de "renta para la conservación". A cambio, los propietarios beneficiados se comprometen a suprimir actividades productivas, cacería y captura de especies, con el propósito de eliminar las amenazas para la diversidad. En 2006 se dio otro paso en este sentido y el Grupo Ecológico Sierra Gorda inició también la aplicación de un programa de arrendamiento a propietarios de 3 mil ha de bosques ubicadas en cuencas hidrológicas prioritarias, con recursos de la Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P., que se ha convertido, sin lugar a dudas, en un socio importante del proyecto. Además, con su apoyo se está trabajando en la regeneración de 48 microcuencas prioritarias con las comunidades locales; se realizan obras para propiciar la recarga y retención de suelos, lo que ha significado una amplia derrama económica para los participantes, contratados temporalmente para ejecutar las obras.

Estas líneas de acción constituyen una opción real para el combate a la pobreza, la conservación de la biodiversidad y la prestación de servicios ambientales de los que dependemos todos, en un país que sufre una grave carencia de agua.

* Grupo Ecológico Sierra Gorda GESG
pedraza_roberto@yahoo.com

Víctor Sánchez-Cordero[1], Patricia Illoldi[1], Miguel Linaje[1], Trevon Fuller[2] y Sahotra Sarkar[2]

¿POR QUÉ HAY UN COSTO EN POSPONER LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN MÉXICO?

En México, la transformación de hábitats y tipos de vegetación naturales en sistemas de cultivo o asentamientos humanos impone grandes retos para la conservación de su enorme diversidad biológica. La elevada tasa de deforestación, relacionada con el acelerado cambio de uso de suelo, impacta negativamente la permanencia de la biodiversidad de nuestro país. Ante este escenario, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), junto con otras instancias federales, estatales y municipales, están realizando una tarea muy importante para enfrentar la amenaza de la deforestación. No obstante, aún falta mucho por hacer. Por ejemplo, debe considerarse la necesidad de cuantificar la representatividad de la diversidad biológica dentro de las áreas naturales protegidas (ANP), para determinar qué especies están incluidas y cuáles no, y establecer qué áreas adicionales se requieren para incluir aquellos grupos representados deficientemente dentro de las ANP. En este sentido, existen algunos esfuerzos enfocados en analizar la representatividad de ciertos grupos biológicos, pero aún se requieren más estudios que involucren un mayor número de grupos biológicos.

Un segundo reto es la necesidad de elaborar propuestas de interconexión entre las áreas protegidas, a través de corredores que aún contengan hábitats naturales remanentes o, en su caso, vegetación secundaria. Esto evitaría el aislamiento de las ANP como consecuencia de la deforestación, es decir, mantendría una conectividad biológica que permita garantizar un flujo de especies y procesos ecológicos entre las áreas protegidas. El escenario alternativo es la conservación de la biodiversidad restringida a un sistema de ANP aisladas, rodeadas por áreas transformadas en

Figura 1. Diagrama que muestra las proyecciones geográficas y ecológicas en el proceso que modela el nicho ecológico de una especie. En primera instancia, se tiene los puntos de presencia que representan las localidades donde una especie se ha colectado; esta información se obtiene, generalmente, de los especimenes depositados en una colección científica; este nivel está en una proyección geográfica (arriba a la izquierda). En seguida, estos puntos de colecta se asocian a variables ambientales, como precipitación y temperatura en este caso, proyectándose a un espacio ecológico (panel arriba a la derecha). El área verde representa la asociación de temperatura y precipitación con las localidades de colecta.
El área ovalada se reproyecta, a su vez, a un espacio geográfico, indicando las áreas geográficas que contienen dicha asociación de temperatura y precipitación, en el ejemplo ilustrado (paneles abajo a la izquierda).
El resultado es una predicción de la distribución potencial de la especie, en la que se aprecian áreas nuevas que ayudan a predecir la presencia de la especie.



sistemas de cultivo y asentamientos humanos, lo que causaría daños irreparables al flujo de especies de flora y fauna, así como de procesos ecológicos. Se ha observado que, en áreas silvestres aisladas por sistemas de cultivo y asentamientos humanos, se alteran algunos procesos ecológicos como las interacciones planta-animal.

Un tercer reto, estrechamente vinculado con los dos anteriores, es la necesidad de identificar áreas prioritarias de conservación por su contenido biológico. Existen varios enfoques para determinar dichas áreas considerando el contenido de biodiversidad de una región, un país, un conjunto de países o, incluso, de continentes enteros. Tradicionalmente, se reconocían como áreas prioritarias las que presentan la mayor riqueza de especies, es decir, el mayor número de ellas en una región determinada. Sin embargo, este enfoque puede implicar que algunas especies con características particulares, como tener un área de distribución restringida, no se incluyan en el conjunto considerado en la región con mayor riqueza de especies, con lo que se corre el riesgo de excluirlas en la selección de áreas. Por otro lado, el uso de la riqueza como criterio puede impulsar la selección de áreas muy extensas, lo que comprometería la viabilidad de los programas de conservación debido al alto costo que representa proteger áreas de grandes extensiones.

Una alternativa es la selección de áreas prioritarias de conservación con base en el criterio de rareza de especies y complementariedad. Con estos criterios, en primera instancia, se incluyen las especies raras, equivalentes a las de distribución más restringida (las que también son llamadas "microendémicas"); a continuación, se elige la siguiente especie menos rara y, así, sucesivamente. De esta manera, los primeros sitios seleccionados serían aquéllos donde se ubican las especies de distribución restringida, repitiendo el procedimiento hasta cubrir todas las especies que se pretendan conservar. Una vez escogida una especie, se excluye del siguiente proceso de selección. Esta restricción permite incrementar la complementariedad de los sitios elegidos como prioritarios para conservación, es decir, tienen preferencia las especies no escogidas, siguiendo una secuencia desde las especies con distribución más restringida hasta las de distribución más amplia.

Básicamente, el reto de la selección de áreas prioritarias de conservación es un problema de optimización. Por un lado, se pretende incluir el máximo número de especies representadas en las áreas, pero al mismo tiempo, considerar el área mínima necesaria para conservar esa diversidad biológica. Así, las áreas prioritarias serían las más viables en términos económicos, de recursos humanos y de infraestructura, para establecer programas de conservación.

Los modelos de nicho ecológico

Uno de los mayores retos que enfrentan los biólogos que estudian grupos faunísticos y florísticos es determinar la distribución geográfica de una especie o de un grupo de especies. Esta información, fundamental para establecer prioridades de conservación, se encuentra en las colecciones científicas y los inventarios biológicos –el acervo de información primaria más relevante en este sentido–, pues albergan los especímenes recolectados y su información asociada, como la localidad y la fecha de colecta. Con base en la información de las colecciones científicas, se han empleado diversos métodos para modelar la distribución geográfica de especies, desde la simple delimitación del contorno del área de distribución, a partir de los puntos de colecta registrados en las colecciones, hasta el uso de complejos métodos estadísticos. La principal utilidad del método de modelado debe ser su poder para predecir la distribución potencial de una especie, es decir, su capacidad para incluir áreas en las que existe una alta probabilidad de encontrar individuos de la especie en cuestión.

El modelo de distribución ideal aprovecharía la extensa información contenida en las colecciones científicas y resolvería las desventajas que presentan otros métodos estadísticos. En esta dirección, una línea de investigación promisoria son los modelos de algoritmos genéticos de cómputo, que representan una forma de inteligencia artificial o de aprendizaje. Recientemente, se ha multiplicado el uso de estos algoritmos en el modelado de la distribución de especies, lo que brinda la

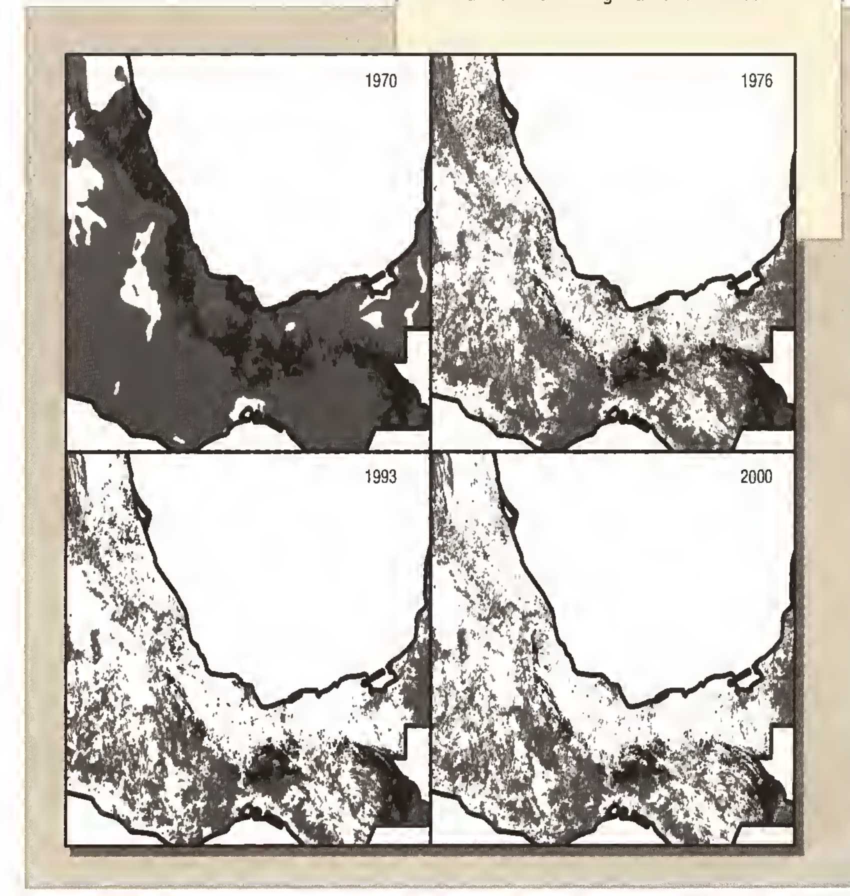
La deforestación es uno de los principales factores en la reducción de la distribución de especies y, por ende, de la pérdida de la diversidad biológica

opción de emplear la información contenida en las colecciones científicas, con la ventaja de un manejo más adecuado de los datos disponibles. En particular, destaca el algoritmo genético de cómputo GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Prediction), cuyo uso ha demostrado su efectividad predictiva en grupos de fauna en México, particularmente en el de los mamíferos.

Con información sobre las localidades de recolecta, con referencia geográfica (longitud y latitud), mapas de variables ambientales (generalmente obtenidos de datos de sensores remotos y modelos climáticos) y sistemas de información geográfica, GARP funciona de manera iterativa, en un proceso que incluye la selección de las reglas o condicionantes ambientales en las que se ha encontrado la especie, la evaluación y prueba de dichas reglas, y su eventual incorporación o rechazo al modelo. Estas condicionantes ambientales representan la relación de las localidades de colecta con las variables ambientales. Los detalles del método GARP, basado en un concepto de nicho geográfico o de Grinnell (distinguido biólogo norteamericano de principios del siglo XX), se pueden consultar en el sitio de Biodiversity Species Workshop (www.lifemapper.org/desktopgarp).

El espacio geográfico en el cual la especie es capaz de mantener poblaciones reproductivas *in situ*, sin depender de una inmigración recurrente de poblaciones cercanas, es la base sobre la que se construye este método, enfocado en modelar el nicho ecológico; para una especie, la proyección del modelo en un espacio geográfico resulta en su distribución potencial. En esa proyección pueden observarse regiones donde se predice la presencia de la especie, aún cuando ésta no se ha documentado en esa área (Fig. 1), lo que constituye una enorme ventaja frente a los sesgos de colecta de las colecciones científicas. La hipótesis de distribución potencial puede servir como plataforma de información básica para diferentes disciplinas, como biogeografía, ecología y conservación, entre otras.

Figura 2. El efecto de la deforestación sobre la distribución de especies. Se ilustra el impacto de la deforestación (negro) en la distribución del agouti (*Dasyprocta mexicana*), un roedor tropical carismático y económicamente importante, en los cuatro escenarios de 1970, 1976, 1993 y 2000, años en los que existe información sobre uso de suelo y vegetación en el país. La superficie gris indica áreas que aún conservan vegetación primaria y secundaria, de acuerdo con el Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI). La serie de modelos muestra una reducción de 33.5% de la distribución del agouti de 1970 a 2000.



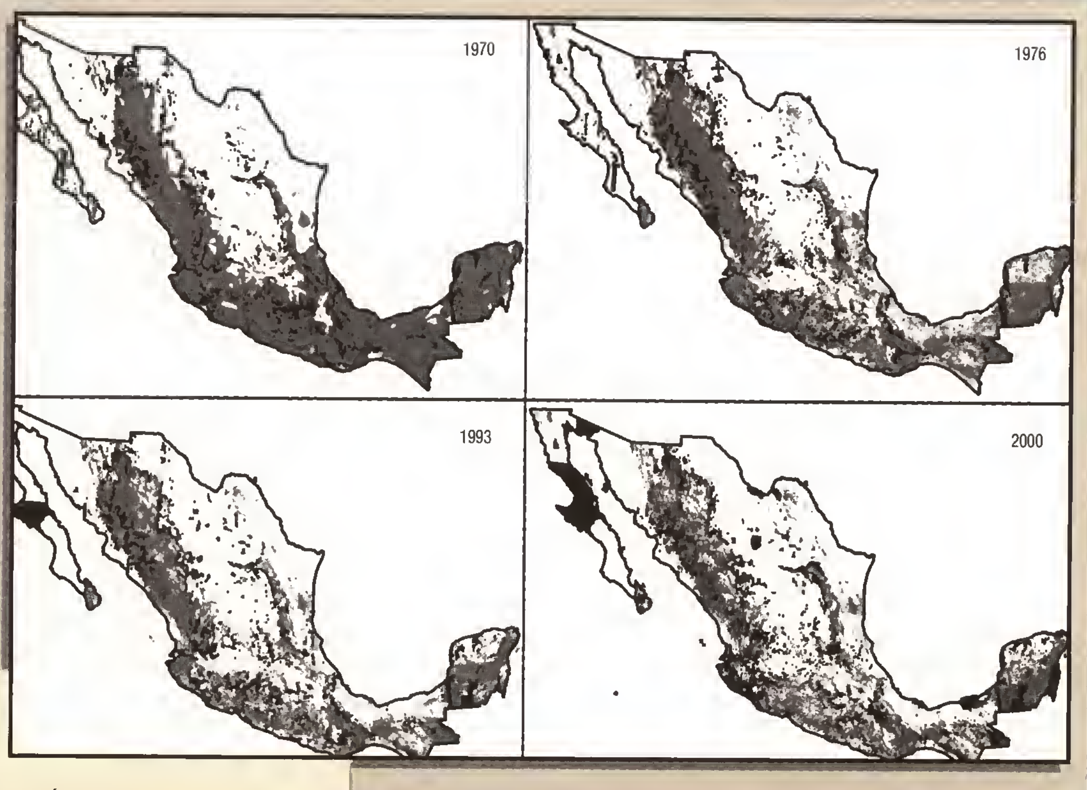


Figura 3. Áreas de conservación óptimas para los mamíferos endémicos de México (negro) que resultaron al considerar 10% de la distribución de cada una de las 86 especies incluidas en el estudio. Las áreas en gris incluyen la vegetación primaria y secundaria, de acuerdo con los mapas de uso de suelo y vegetación del INEGI. El algoritmo de optimización en la selección de áreas prioritarias de conservación se inició incluyendo las áreas naturales protegidas decretadas en México por la CONANP. El algoritmo de optimización resuelve la máxima inclusión de especies, considerando el área mínima para su conservación.

En el último caso, el modelo del nicho ecológico proyectado como la distribución potencial de las especies es una herramienta muy útil para establecer estrategias de conservación. Por ejemplo, proporciona un marco teórico para determinar el impacto de la deforestación sobre la distribución de especies, ya que pueden proponerse hipótesis de distribución actual, considerando el impacto potencial de la deforestación. La hipótesis se basa en el supuesto de que la conversión (en escala gruesa) del hábitat natural en sistemas de cultivo y asentamientos humanos lleva a condiciones ecológicas no viables para la especie. Este supuesto se sustenta en la hipótesis de que es poco probable la adaptación rápida de una especie a ambientes recién transformados por actividades humanas, sin una inmigración recurrente de poblaciones localizadas en hábitats naturales adyacentes. Más aún, desde el punto de vista de conservación, esta propuesta metodológica satisface el principio precautorio: aun cuando el modelo sea erróneo, en términos de lo que constituye un hábitat viable para las especies no resulta en un detrimento de la conservación de la biodiversidad.

Además, las predicciones de las distribuciones actuales pueden validarse en campo con muestreos faunísticos, para probar la presencia o ausencia de la especie tanto en hábitats naturales como en transformados. De hecho, una validación preliminar de estos modelos confirmó las predicciones de presencia de especies endémicas –distribuidas exclusivamente en México– de mamíferos en hábitats naturales en Oaxaca.



La deforestación resulta en un costo adicional: para proteger a los mamíferos endémicos de México en 2000 se requería 90% más áreas dedicadas a la conservación que en 1970

La selección de áreas prioritarias de conservación

Un tema emergente en la biología de conservación es la selección de áreas prioritarias de conservación que contengan indicadores adecuados de la biodiversidad de una región o de un país. Históricamente, las áreas prioritarias de conservación involucraron áreas seleccionadas con criterios como el valor escénico del paisaje o la mera disponibilidad del terreno, lo que se ha denominado "preservación *ad hoc*". Sin embargo, ante la amenaza de pérdida de biodiversidad por deforestación, resulta indispensable identificar, con métodos cuantitativos, las áreas prioritarias de conservación que incluyan una mejor representación de la biodiversidad. Para este propósito, se ha desarrollado un marco teórico denominado "planeación sistemática de la conservación", que consiste en la selección de indicadores de la biodiversidad (especies particulares, tipos de vegetación o tipos de ecosistemas, entre otros), cuya distribución geográfica coincida con una alta diversidad biológica. Sin embargo, frecuentemente se seleccionan especies con distribuciones bien conocidas o, por falta de información disponible, se asume que variables como tipos de suelo, precipitación y temperatura promedio anuales, pueden ser indicadores adecuados de la biodiversidad.

Ante esto, el uso de modelos de nicho ecológico proyectados como la distribución actual de especies permite incluir un mayor número de especies como indicadores de la biodiversidad de una región o de un país, ofreciendo un mejor insumo para seleccionar áreas prioritarias de conservación.

El costo de posponer la conservación

En los últimos 30 años, la extensiva deforestación en el país hace que sea urgente determinar su impacto sobre la diversidad biológica y su distribución; particularmente sobre el tamaño del área de distribución y su configuración para establecer una adecuada red de áreas prioritarias de conservación. Con los modelos de distribución potencial y actual de especies se puede cuantificar el proceso de reducción de las distribuciones de un grupo faunístico como consecuencia de la deforestación. En este caso utilizamos el grupo de los mamíferos endémicos de México, que quizás es el grupo faunístico mejor conocido, tanto desde el punto de vista taxonómico como geográfico. Proyectamos la distribución de 86 especies endémicas de mamíferos de México bajo cuatro escenarios con distintos grados de deforestación; el primero, de menor deforestación, tiene como punto de referencia el año de 1970; el segundo, el de 1976; el tercero, 1993 y, finalmente, el cuarto, con la mayor deforestación, el año 2000. Los años de referencia corresponden a las fechas en que fue publicada la cartografía de uso de suelo y vegetación del país, de donde se puede inferir la transformación de los principales tipos de vegetación en sistemas de cultivo y asentamientos humanos.

El análisis indica que la mayoría de las 86 especies de mamíferos endémicos sufrió una importante reducción en sus áreas de distribución (Fig. 2). Para cada año, considerando la distribución de todas las especies, se seleccionaron las áreas prioritarias de conservación. El resultado es impactante: en el año 2000 se requiere 90% más áreas dedicadas a la conservación que en 1970, para proteger adecuadamente las 86 especies seleccionadas. Adicionalmente, bajo un escenario realista de conservación, si solamente consideramos 10% de la distribución de cada una de las 86 especies, en el año 2000 se observa una reducción de 79% de las especies que pueden incluirse adecuadamente en una selección de áreas prioritarias de conservación, respecto de lo que se podía en 1970. Por tanto, hay un costo creciente asociado con la deforestación que se manifiesta en la superficie requerida para seleccionar áreas prioritarias de conservación con una buena representación de la diversidad biológica (Fig. 3 y 4). Bajo un escenario de baja deforestación se requiere un área significativamente menor para conservar a todos los mamíferos endémicos de México, comparada con la superficie necesaria bajo un escenario de una alta deforestación.

Indudablemente, estos resultados generan un incentivo para promover programas de conservación en el corto plazo que identifiquen áreas prioritarias con una adecuada representatividad de la biodiversidad del país. En caso contrario, el costo de posponer estrategias de

conservación se eleva a medida que las áreas transformadas en sistemas de cultivo y asentamientos humanos se extiendan en el país; cada vez se requerirán más áreas para conservar un número similar de especies, con las dificultades que implica el incluir más superficies para fines de conservación.

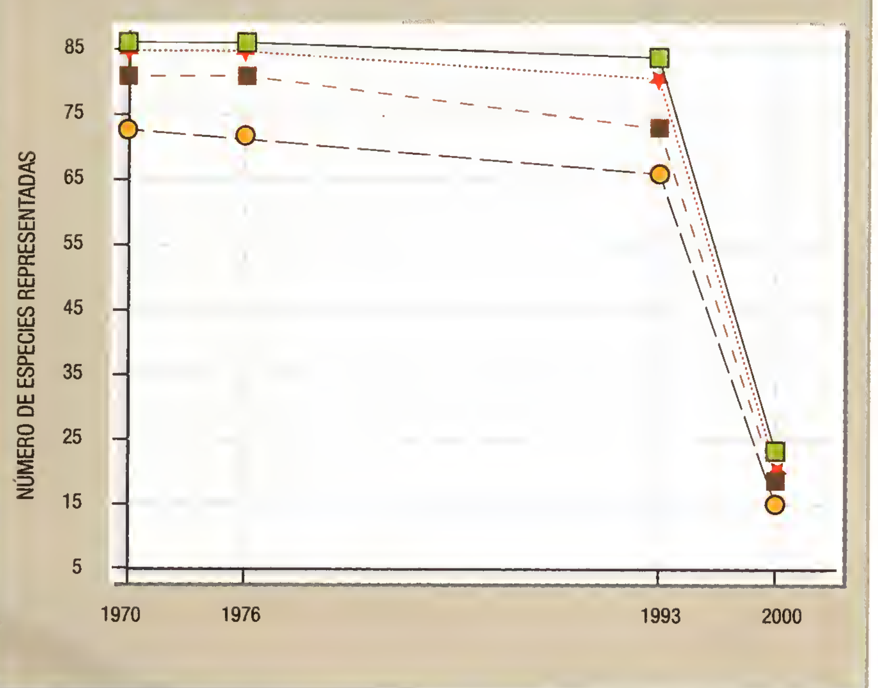


Figura 4. El costo de posponer la conservación de la diversidad biológica, medido como el decremento de la representatividad de mamíferos endémicos en la selección de áreas prioritarias de conservación, incluyendo a las ANP decretadas. Se muestra, para cada año, el número máximo de mamíferos que puede representarse dentro de un tamaño de área restringido aproximadamente a 7% del territorio nacional. El ejercicio se realizó considerando una meta de 10%, 12% 15% y 20% de la distribución de cada especie incluida en el estudio. Nótese el decremento notable del número de especies representadas en la selección de áreas prioritarias de conservación del año 1993 a 2000, manteniendo constante el área dedicada a la conservación. En el recuadro dentro de la figura se muestra el mismo ejercicio sin incluir a las ANP decretadas.

Agradecimientos

M. Munguía, F. Figueroa y F. Eccardi revisaron y aportaron valiosos comentarios al trabajo. Los resultados de esta contribución se han publicado parcialmente en revistas científicas especializadas. Los datos de los especímenes de los mamíferos endémicos de México provienen de las unidades de bases de datos y de las colecciones científicas, a quienes agradecemos su colaboración: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Colección Nacional de Mamíferos, UNAM; University of Kansas Natural History Museum; Centro Interdisciplinario de Investigación y Desarrollo Regional de Oaxaca; American Museum of Natural History; National Museum of Natural History; Field Museum of Natural History; Museum of Zoology, University of Michigan; Michigan State University Museum; Museum of Vertebrate Zoology, University of California, Berkeley; Texas Tech University Museum; Texas Cooperative Wildlife Collections, Texas A&M University. Víctor Sánchez-Cordero agradece a la Universidad Nacional Autónoma de México el apoyo para la realización de este trabajo (PAPIIT, IN-218706).

[1] Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. victor@ibiologia.unam.mx
[2] Section of Integrative Biology, University of Texas at Austin, 1 University Station, Austin, Texas.

Robert Bye* y Edelmira Linares*

LA DALIA, FLOR NACIONAL DE MÉXICO

El género *Dahlia* está formado por 35 especies, todas nativas de México, de las cuales sólo cuatro constituyen la base genética de la dalia cultivada que hoy podemos admirar. Gracias a su valor estético, ornamental y económico, en 1963 fue propuesta como flor nacional por instituciones de enseñanza, oficiales y particulares, como la Sociedad Botánica de México (*Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1963). Su atractivo ha maravillado al mundo entero por sus formas y colores; basta visitar el Jardín de Dalias en Hamburgo, Alemania, con más de 5 mil flores de diferentes variedades que maravillan al visitante por su belleza y diversidad de formas y colores.

El cultivo de esta flor se remonta a la época del esplendor del Imperio azteca, tal como lo atestiguan varios petroglifos de la zona de Xochimilco (actualmente ubicados en el Museo Arqueológico de Xochimilco) y el códice De la Cruz-Badiano, en el que aparece una planta denominada *cohuanenepilli*, que forma parte de un remedio medicinal para destapar el conducto de la orina. Aun cuando la ilustración es muy estilizada, se logra apreciar una flor sencilla que nos recuerda a la dalia silvestre (*Dahlia coccinea*), por su característica flor y los tres foliolos de sus hojas.

Posteriormente, el protomédico de Felipe II, Francisco Hernández, en su *Historia natural de las plantas de Nueva España* ilustra a la *acocoxóchitl*: una flor doble, con forma decorativa que semeja una dalia de jardín o *Dahlia pinnata*. Esto permite suponer que las dalias mexicanas fueron empleadas como ornamento y domesticadas mucho antes de la llegada de los españoles y del propio Hernández a la Nueva España en 1571, cuando desembarcó en Veracruz.

Las dalias fueron introducidas exitosamente en Europa a finales del siglo XVIII, vía España. En 1789, don Vicente Cervantes, primer catedrático de botánica, director del Real Jardín Botánico de México y miembro de la Real Expedición Española, envió semillas de varias flores mexicanas al abate Antonio José Cavanilles y Palop, profesor y director del Jardín Botánico Real de Madrid. José Cavanilles recibió y cultivó las semillas. Con las plantas que crecieron elaboró las primeras descripciones botánicas de algunas de ellas, incluyendo el género *Dahlia*, dedicándolo a Andreas Dahl, botánico sueco discípulo de Linneo. Así fue como la *Dahlia pinnata* apareció como la primera especie del género publicada en el volumen *Icones et Descripciones Plantarum* (1791). Se cree que *D. pinnata,* nativa de México, es resultado de la hibridación



Las especies silvestres de dalia presentan flores sencillas pero con variación de colores, tal es el caso de la *D. coccinea* la cual presenta flores de colores que van de rojo a amarillo.

1, 1a. *Dahlia coccinea*
2, 2a. *D. merckii*
3. *D. sorensenii*
4, 4a. *D. imperialis*

Fotos © Robert Bye



entre las dalias nativas *D. coccinea* y *D. sorensenii* (Hansen y Hjerting, 1996).

Es importante destacar que aun cuando las primeras semillas de dalia llegaron a España, el material genético que el naturalista alemán Alexander von Humboldt recolectó durante su exploración por el territorio mexicano en 1803-1804 amplió la base genética que diversificó la horticultura ornamental de dalia en Europa (Bye y Linares, en prensa).

A partir de 1818 se iniciaron los trabajos de mejoramiento genético que permitieron la creación de inflorescencias con las variaciones en formas y colores que se cultivan hoy día. Se distribuyó material de propagación por todos los jardines botánicos de Europa (Francia, Alemania e Inglaterra, principalmente), donde años más tarde se publicaron descripciones e ilustraciones de sus flores. En contraste, la edición de materiales bibliográficos provenientes de España se realizó hasta 1890. En esa época también se divulgaron catálogos europeos y estadounidenses. Desde entonces cuatro especies han dominado la horticultura floral: *D. coccinea*, *D. pinnata*, *D. merckii* y *D. imperialis*. La dalia más conocida es *D. pinnata* que se deriva de un híbrido fértil entre *D. coccinea* y *D. sorensenii* que probablemente se obtuvo en México hace más de 500 años.

El resultado del mejoramiento genético produjo, entre otros caracteres, la variación en el tamaño de la flor, su color, curvatura e incremento en el número de flores con lígulas anchas (conocidas comúnmente como pétalos), así como una disminución en el número de flores del disco.

En la actualidad la dalia cultivada se ha extendido por casi todos los países del mundo. Sin embargo, en México se conoce muy poco acerca de su cultivo y mejoramiento. Por esta razón, investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad Autónoma de Chapingo, la Universidad Autónoma del Estado de México y la Sociedad Mexicana de la Dalia conformaron un grupo multidisciplinario para indagar y divulgar su origen, propagación y cultivo (Treviño de Castro, *et al.* 2007). Por ser la flor nacional y México el origen de todas las especies, su material genético debe comprenderse a cabalidad como parte de nuestro patrimonio biológico y cultural.

La mayoría de las dalias son plantas herbáceas o arbustivas, a veces epífitas o trepadoras. Las herbáceas son perennes y aunque su follaje desaparece en el invierno sus raíces tuberosas quedan enterradas, de donde brotarán nuevas plantas en la siguiente estación de lluvias. Las arbustivas también son perennes y por lo general tienen raíces tuberosas muy desarrolladas. Sus tallos son huecos o compactos; sus hojas pueden ser simples o tripinnado-compuestas. Las inflorescencias están formadas de varias flores que en conjunto se denominan cabezuelas; las flores liguladas (en forma de lengua) que se ubican al exterior tienen la apariencia de un pétalo y presentan multitud de colores: blancos, morados, amarillos o rojos; por su parte, las flores tubulares, que semejan un disco, son de color amarillo o morado. Ambas están dispuestas sobre una base común llamada "receptáculo".

La forma, curvatura y largo de las lígulas han producido flores con apariencias muy diferentes:

1. Flores con lígulas planas asimétricas: *a*) las lígulas más centrales son del mismo largo y forman un anillo alrededor de las flores de disco; son conocidas como "collar"; *b*) con lígulas extendidas que van disminuyendo de tamaño paulatinamente; se les denomina "decorativas" (que por cierto son las dalias más comunes en México); c) con lígulas puntiagudas en el ápice, en la parte media son anchas y en la inserción se adelgazan

y semejan una flor de ninfa acuática; se les llama "lirio acuático".

2. Flores con lígulas curvadas hacia abajo: *a*) con lígulas largas curvadas en toda su longitud, se conocen como "cactus"; *b*) con lígulas anchas en la base y curvadas de la mitad hasta el ápice, se les nombra "semicactus".
3. Flores con lígulas curvadas longitudinalmente hacia arriba: *a*) con lígulas cortas se denominan "pompón"; *b*) con lígulas más largas se les llama "pelota".

Este variado número de formas es el reflejo de la gran diversidad genética que ha permitido desarrollar una inmensa cantidad de variedades y cultivares: en 1934 ya superaba los 14 mil. La Sociedad Real de Horticultura del Reino Unido fue designada en 1966 como una autoridad internacional de registro y publicó una lista en 1969 que contenía más de 15 mil nombres. Sin embargo, hasta la fecha no se ha realizado un registro definitivo de las diferentes variedades, que se estima son alrededor de 50 mil (Treviño de Castro, *et al.*, 2007).

Las dalias son sin duda flores preciosas que han fungido como embajadoras de México en todos los continentes del mundo. Atesorémoslas y conozcámoslas para poderlas apreciar.

Bibliografía

Bye, R., y E. Linares (en prensa). "Biodiversity Prospection in Colonial Mexico: Ornamental Plants of New Spain", en A. Rea y A. Cordy-Collins (eds.), *Ethnobiology*. University of Arizona Press, Tucson.

Cavanilles A.J. 1791. "Dahlia", en *Icones et Descriptiones Plantarum*, vol 1. Ex Regia Typographia, Madrid, pp. 56-57.

De la Cruz, M., y J. Badiano. 1964. *Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis*. Instituto Mexicano del Seguro Social, México, 394 pp.

Hansen, H.V., y J.P. Hjerting. 1996. "Observations on Chromosome Numbers and Biosystematics in Dahlia (*Asteraceae*, *Heliantheae*) with an Account on Identity of *D. pinnata*, *D. rosea*, and *D. coccinea*", en *Nordic Journal of Botany* 16:445-455. Copenhagen.

Hernández, F. 1959. *Historia de las plantas de la Nueva España*, en *Obras completas*, t. II y III. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Mejía-Muñoz, J.M., A. Espinosa Flores, L.M. Mera Ovando, A. Laguna-Cerda, R. Bye-Boettler y G. Treviño de Castro. 2007. "Propagación de dalias en México", en *Publicación de Difusión* 2. SNICS-SAGARPA, Chapingo, 34 pp.

Secretaría de Agricultura y Ganadería. 1963. *Decreto Presidencial* en *Diario Oficial de la Federación*, 13 de mayo, p. 8.

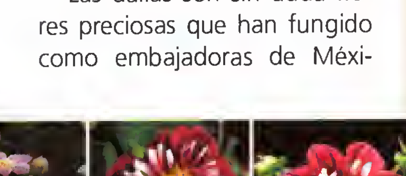
Treviño de Castro, G., L.M. Mera-Ovando, R. Bye-Boettler, J.M. Mejía-Muñoz y A. Laguna-Cerda. 2007. "Historia de la dalia (*acocoxóchitl*). La flor nacional", en *Publicación de Difusión* 1. SNICS-SAGARPA, Chapingo, 27 pp.

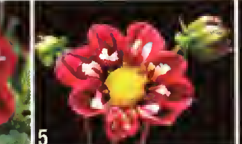
Agradecemos al Jardín Botánico de la Universidad de Hamburgo, a la Fundación Zeit-Stiftung de Alemania, al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos y al Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas de la SAGARPA, por el apoyo económico brindado a los proyectos de dalia llevados a cabo en el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

*Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM
mazari@ibiologia.unam.mx

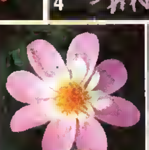
Las formas de *D. pinnata* se cultivan en todo el mundo. En México las formas más comunes son las decorativas.

1. *Dahlia pinnata* forma decorativa
2. *D. pinnata* forma pompón
3. *D. pinnata* forma bola
4. *D. pinnata* forma decorativa
5. *D. pinnata* forma collar
6. *D. pinnata* forma lirio acuatico
7. *D. pinnata* forma semicactus















El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático.

Las montañas del centro de Veracruz encierran un tesoro biológico de diversidad, el bosque de niebla. Este tipo de vegetación, también conocido como bosque mesófilo de montaña, se caracteriza por la presencia de árboles en varios estratos, la abundancia de helechos y plantas epífitas, pero sobre todo por las lluvias frecuentes y la neblina. Alberga muchos organismos endémicos y su gran capacidad de captura de agua es fundamental para la recarga de mantos freáticos.

Existen muchas publicaciones importantes acerca de los bosques de niebla pero, en su mayoría, se trata de tesis o artículos especializados poco accesibles para el público interesado y aún menos para los pobladores de éstas regiones. El objetivo principal de esta obra es poner a disposición de cualquier lector el producto de las investigaciones acerca del bosque de niebla, específicamente de la ecología las comunidades vegetales, la biodiversidad del bosque y del paisaje y la restauración ecológica.

Es una publicación del Instituto de Ecología, A.C. y la CONABIO y su autora es la Dra. Guadalupe Williams-Linera.





COMISIÓN NACIONAL
PARA EL CONOCIMIENTO
Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

La CONABIO te invita a consultar sus acervos bibliográfico y de imágenes relacionados con la biodiversidad. Para mayor información llama al teléfono 5004 4972 o consulta la página web <www.conabio.gob.mx>.

Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. 04-2005-040716240800-102. Número de Certificado de Licitud de Título: 13288. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 10861.

EDITOR RESPONSABLE: Fulvio Eccardi Ambrosi
DISEÑO: Renato Flores
ASISTENTES: Thalia Iglesias, Leticia Mendoza
CUIDADO DE LA EDICIÓN: Adriana Cataño
IMPRESIÓN: Litoprocess impresos
PRODUCCIÓN: Gaia Editores, S.A. de C.V.

La misión de la CONABIO es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010 México, D.F.
Tel. 5004-5000, fax 5004-4931, www.conabio.gob.mx Distribución: nosotros mismos